

اثر دستکاری اطلاعات بینایی، شنوایی و حس عمقی بر تعادل افراد سالم و قطع عضو زیر زانو

بتول محمدتقی^۱، پروانه شمسی پور دهکردی^{۲*}، پریسا حجازی دینان^۲

^۱دانشجو، گروه رفتار حرکتی، دانشگاه الزهراء، تهران، ایران؛ ^۲گروه رفتار حرکتی، دانشگاه الزهراء، تهران، ایران.

تاریخ پذیرش: ۹۵/۲/۱۱

تاریخ دریافت: ۹۴/۸/۲۱

چکیده:

زمینه و هدف: تعادل جهت کنترل پاسچر که قابلیت ضروری برای حفظ عملکردهای روزانه در نظر گرفته شده است در طی سال های گذشته به طور گسترده ای برای جمعیت نرمال و گروه های مختلف مورد ارزیابی قرار گرفته است. هدف از مطالعه حاضر مقایسه اثر دستکاری اطلاعات آوران بینایی، شنوایی و عمقی در ۶ وضعیت حسی بر تعادل ایستای افراد سالم و قطع عضو زیر زانو می باشد.

روش بررسی: در این مطالعه پس رویدادی ۴۰ نفر (۲۰ قطع عضو زیر زانو و ۲۰ فرد سالم) شرکت کردند. جهت ارزیابی کنترل پاسچر و تعادل آزمودنی ها از آزمون سازماندهی حسی دستگاه پاسچروگرافی پویای کامپیوتری استفاده شد. این دستگاه وضعیت تعادل را در ۶ وضعیت: اول (وجود هر ۳ حس بینایی، شنوایی و حس عمقی)، دوم (حذف بینایی)، سوم (دستکاری شنوایی)، چهارم (دستکاری حس عمقی)، پنجم (حذف بینایی و دستکاری حس عمقی) و ششم (دستکاری حس شنوایی و حس عمقی) ارزیابی نمود. آزمون سازماندهی حسی نمره تعادل را با ۲ متغیر پایداری و جابه جایی مرکز ثقل تعیین نمود.

یافته ها: نتایج نشان داد، میانگین نمره پایداری در افراد آمپوته و سالم در وضعیت اول که هر ۳ حس بینایی، عمقی و شنوایی وجود دارند، بیشتر از وضعیت های دیگر است و نمره پایداری در وضعیت ششم که هر ۳ حس دستکاری و حذف می شوند، کمتر از وضعیت های دیگر است. میانگین نمره پایداری در افراد سالم در هر شش وضعیت بالاتر از افراد آمپوته اندام تحتانی است؛ همچنین میانگین نمره جابه جایی مرکز ثقل در افراد آمپوته در وضعیت اول که هر ۳ حس بینایی، عمقی و شنوایی وجود دارند، کمتر از وضعیت های دیگر است و نمره جابه جایی مرکز ثقل در وضعیت ششم که حس شنوایی و عمقی دستکاری می شوند، بیشتر از وضعیت های دیگر است. میانگین نمره جابه جایی مرکز ثقل در افراد سالم در هر شش وضعیت بهتر از افراد آمپوته اندام تحتانی است.

نتیجه گیری: نتایج این مطالعه نشان داد، افراد سالم در هر ۶ شرایط به مراتب تعادل بهتری از افراد قطع عضو داشتند؛ همچنین دستکاری اطلاعات آوران حسی در ۶ وضعیت بر متغیر پایداری افراد سالم و آمپوته اندام تحتانی تأثیر متفاوت دارد.

واژه های کلیدی: افراد سالم، افراد قطع عضو اندام تحتانی، تعادل، دستکاری اطلاعات آوران حسی.

مقدمه:

پاسچرال که به قابلیت ضروری برای حفظ عملکردهای روزانه و درگیر در فعالیت های ورزشی اشاره دارد، به یکی از نگرانی های عمده در میان اقشار متفاوت جامعه تبدیل شده است (۴،۱). این در حالی است که به دلیل حوادث و بیماری هایی مانند تروما، دیابت، سرطان،

تعادل و کنترل پاسچر به طور گسترده ای برای جمعیت نرمال و گروه های مختلف در طول ۲۰ سال گذشته مورد ارزیابی قرار گرفته است (۲،۱). تعادل، توانایی حفظ حالت پایداری (Equilibrium) با قرارگیری اهرم مرکز ثقل بر مبنای حمایت از بدن است (۴،۳). تعادل

حوادث، تصادفات، مشکلات عروقی، نقص مادرزادی و از دست دادن یکی از اندام تحتانی همه افراد نمی توانند از مزیت هر ۲ پا برای کنترل تعادل خود استفاده کنند (۵،۶).

قطع عضو که نیز به دلایل مختلفی از جمله تروما، سرطان، حوادث، تصادفات، مشکلات عروقی و نقص مادر زادی به وجود می آید (۷)، یکی از دلایل عمده ناتوانی پایدار در افراد است که می تواند به افت کیفیت زندگی بیانجامد و انجام فعالیت های فیزیکی افراد را محدود نماید (۸)؛ همچنین اختلال در کنترل تعادل یکی از شایع ترین و جدی ترین چالش های حرکت است که افراد با قطع عضو اندام تحتانی با آن مواجه هستند (۹). ثبات پاسچر در افراد قطع عضو زیر زانو به علت عوامل مختلف، از جمله عدم فعالیت گشتاور مچ پا کاهش می یابد و این بدین معناست که افراد با قطع عضو زیر زانو بعضی از منابع جمع آوری اطلاعات و همچنین بعضی از سیستم های کنترل کامل تعادل ایستگاهی را از دست داده اند (۱۰،۱۱). بدین ترتیب ناتوانی در راه رفتن و حفظ تعادل، یکی از علل اصلی زمین خوردن در این افراد است (۱۲،۱۳).

پژوهشگران معتقدند تعادل بدن بر اساس اطلاعات دریافت شده از ۳ سیستم بینایی، شنوایی و حس عمقی کنترل می شود، کاهش در یکپارچگی حسی، افت عملکرد گیرنده های عمقی، بینایی و شنوایی از عوامل مهمی هستند که منجر به کاهش تعادل می شوند (۱۹، ۳-۱۴). با توجه به وابستگی سیستم تعادلی به درون دادهای حسی، در صورت کاهش و یا قطع یکی از درون دادهای حسی، نوسان بدن افزایش و در نتیجه برای حفظ تعادل فعالیت های عضلانی نیز افزایش می یابد (۹، ۲۰). این در حالی است که افراد با قطع عضو زیر زانو نه تنها استراتژی مچ را ازدست داده اند بلکه مکانورسپتورها و ورودی های حسی از مچ و سطح کف پای خود را در اختیار ندارند (۲۱، ۲۲).

محققان در مطالعه خود به ارزیابی کمی ثبات پاسچر و تعادل بین افراد قطع عضو اندام تحتانی و افراد

سالم با استفاده از پاسچروگرافی پویا (Posturography) پرداختند (۲۳). نتایج مطالعه این پژوهشگران نشان داد که تعادل افراد قطع عضو اندام تحتانی (زیر زانو و بالای زانو) به طور قابل توجه کمتر از گروه کنترل بود. علاوه بر این، تعادل افرادی که علت قطع عضو آن ها مشکلات عروقی بود، به مراتب کمتر از تعادل افراد با علت قطع عضو تروما بود؛ همچنین تفاوت قابل توجهی در تعادل افراد قطع عضو زیر زانو در مقایسه با قطع عضو بالای زانو مشاهده نشد. Vrieling و Keeken در تحقیق خود نشان دادند که در افراد با قطع اندام تحتانی به علت نداشتن استراتژی مچ پا، توانایی مقابله با انحرافات تعادلی محدود است (۲۴). Kavounoudias و همکاران در مطالعه خود بیان کرده اند که فقدان اطلاعات آوران حسی در افراد آمپوته از طریق اطلاعات منتقل شده از سطح پوست مرتبط با سوکت و همچنین عضلات اطراف استامپ جبران می شود (۸). Sathy و همکاران در مطالعه ای برای بررسی اثر تمرینات بینایی و شنوایی برای کنترل تعادل در قسمت فلج بدن از سکوی نیرو (platform) استفاده کردند. این پژوهشگران اظهار نمودند که بازخورد بینایی و شنوایی می تواند برای بهبود تعادل در افراد قطع عضو موثر باشد (۲۵). در مطالعه کمالی و همکاران نتایج تفاوت معنی داری بین سرعت نوسان مرکز فشار در صفحه ی قدامی خلفی و داخلی خارجی بین افراد نرمال و آمپوته نشان نداد؛ همچنین تفاوتی بین پارامترهای تعادل در ۲ حالت چشم باز و چشم بسته وجود نداشت. تعادل آمپوته ها در حین ایستادن آرام در حالت چشم باز مشابه حالت چشم بسته بود (۲۶). نتایج پژوهش Tousignant و همکاران نیز موافق نتایج پژوهش کمالی و همکاران بود (۲۷). در مطالعه ای که Ferber-Viart و همکاران به بررسی اثر دست کاری های حسی (بینایی، حس پیکری) و شناختی بر کنترل قامت کشتی گیران با سطوح مهارتی مختلف پرداختند، نتایج نشان داد که در ۴ تکلیف تعادلی بدون دست کاری، دست کاری بینایی، شناختی،

بینایی- شناختی تفاوتی در تعادل گروه ها وجود ندارد، اما تعادل گروه ها در ۴ تکلیف تعادلی دست کاری حس پیکری، حس پیکری- شناختی، حس پیکری- بینایی و در نهایت، حس پیکری- بینایی- شناختی به طور معنی داری در گروه ماهر و نیمه ماهر متفاوت بود که در این میان، تعادل کلی افراد ماهر هنگام دست کاری حس پیکری- بینایی- شناختی بهتر از گروه نیمه ماهر بود (۲۸). مرور پژوهش ها بیانگر این امر است که تاکنون پژوهشی به بررسی و مقایسه دقیق تغییراتی که در کیفیت و کمیت تعادل با دستکاری اطلاعات آوران حسی (بینایی، دهلیزی و حس عمقی) در افراد آمپوته اندام تحتانی و افراد نرمال در ۶ شرایط حسی اول (وجود هر ۳ حس بینایی، شنوایی و حس عمقی)، دوم (حذف بینایی)، سوم (دستکاری شنوایی)، چهارم (دستکاری حس عمقی)، پنجم (حذف بینایی و دستکاری حس عمقی) و ششم (دستکاری حس شنوایی و عمقی) نپرداخته است و تنها دستگاهی که با دقت بالا می تواند این تغییرات در اطلاعات آوران حسی در ۶ وضعیت را بررسی نماید؛ سیستم اسمارت پاسچروگرافی (Computarised dynamic posturography) می باشد. با توجه به اطلاعات به دست آمده از منابع متفاوت، به خوبی واضح نیست که آمپوته ها جهت جبران ورودی های حسی از دست رفته در مقایسه با افراد سالم به چه میزان به منابع مختلف اطلاعات آوران حسی وابستگی دارند؛ بنابراین هدف از این مطالعه بررسی اثر دستکاری اطلاعات بینایی، شنوایی و عمقی در ۶ وضعیت حسی بر تعادل ایستای افراد سالم و قطع عضو زیر زانو می باشد.

روش بررسی:

پژوهش حاضر از نوع پس رویدادی می باشد. ۴۰ نفر (۲۰ قطع عضو زیر زانو و ۲۰ فرد سالم) از طریق سازمان هلال احمر تهران به عنوان نمونه ی در دسترس انتخاب شدند. معیارهای ورود به تحقیق افراد قطع عضو

شامل قطع عضو زیر زانوی یک طرفه، محدوده سنی ۲۰ تا ۴۰ سال، عدم اختلال اسکلتی عضلانی یا محدودیت های عملکردی برای ایستادن و راه رفتن، توانایی راه رفتن فرد تا ۴۵ متر بدون کمک گرفتن از دیگران انتخاب شدند. در صورت عدم وجود یکی از معیارهای مذکور شرکت کننده ها از مطالعه خارج شدند. معیارهای ورود به تحقیق افراد سالم محدوده سنی ۲۰ تا ۴۰ سال، عدم اختلال اسکلتی عضلانی یا محدودیت های عملکردی برای ایستادن و راه رفتن می باشد.

برای ارزیابی کنترل پاسچر و تعادل آزمودنی ها از دستگاه پاسچروگرافی پویای که یکی از پیشرفته ترین سیستم های بررسی و دستکاری سیستم های حسی موثر بر کنترل پاسچر می باشد، استفاده شد (۱۴،۱۱). در این تحقیق از آزمون سازماندهی حسی (Sensory Organization Test)، استفاده شد. این آزمون دارای ۶ وضعیت است. در ۳ وضعیت اول صفحه های نیرو ثابت و در ۳ وضعیت دیگر در جهت های قدامی و خلفی حرکت می کنند. در وضعیت اول فرد روی سیستم قرار می گیرد، به طوری که تمامی اطلاعات حسی درگیر در کنترل پاسچر در دسترس هستند. در وضعیت دوم آزمودنی با چشم بند مورد آزمون قرار می گیرد (حذف اطلاعات سیستم بینایی). در وضعیت سوم چشم های فرد باز است، اما محیط بینایی متحرک است؛ به طوری که منجر به ارائه آرایه های نادرست بینایی می شود. در وضعیت چهارم صفحه های نیرو متحرک هستند و اطلاعات حس عمقی حذف می شود. در وضعیت پنجم چشم ها با چشم بند بسته می شوند و صفحه نیروی متحرک نیز باعث حذف اطلاعات حس عمقی می شود. در این وضعیت اطلاعات سیستم دهلیزی در کنترل پاسچر مورد آزمون قرار می گیرند. در وضعیت ششم اطلاعات در دسترس ۳ حس بینایی، شنوایی و عمقی حذف می شوند. مدت زمان هر وضعیت آزمون ۲۰ ثانیه است که هر وضعیت نیز ۳ بار تکرار شد (۱۱،۳) (تصویر شماره ۱).



تصویر شماره ۱: دستگاه پاسچروگرافی پویای کامپیوتری

پاسچروگرافی قرار گرفتند (۲۹). برای اطمینان از عدم سقوط آزمودنی ها، از جلیقه های مخصوصی که فیکس دستگاه پاسچروگرافی بود، استفاده شد. این آزمون دارای ۶ وضعیت است که هر وضعیت نیز ۳ بار تکرار می شود. مدت زمان تکرارها ۲۰ ثانیه و فاصله زمانی استراحت بین هر وضعیت نیز ۱۰ ثانیه در نظر گرفته شد. در فاصله استراحت نیز صرفاً وضعیت بعدی آزمون سازماندهی حسی (SOT) توضیح داده می شد. در تمامی مراحل آزمون هیچ گونه بازخوردی به افراد ارائه نمی شد؛ در نهایت تمامی آزمودنی ها در هر یک از وضعیت ها ۳ بار آزمون شدند و میانگین متغیرهای پایداری و جابه جایی مرکز ثقل در ۳ بار آزمون مورد استفاده قرار گرفت. در هر یک از ۶ وضعیت این آزمون، نمره ۰ تا ۱۰۰ به عنوان شاخص کنترل تعادل فرد ارائه می شود (۱۱).

در ابتدا یک رضایت نامه ی اخلاقی از کمیته ی اخلاق سازمان هلال احمر تهران تهیه گردید و از افراد خواسته شد، قبل از جمع آوری اطلاعات رضایت نامه را امضا کنند. اهداف پژوهش و مراحل تحقیق به طور کامل برای افراد قطع عضو و افراد سالم توجیه شد. به افراد مورد مطالعه این اطمینان داده شد که اصل رازداری (Confidentiality) در حفظ داده ها رعایت خواهد شد و تمامی اطلاعات به دست آمده صرفاً جنبه تحقیقاتی خواهد داشت. محیط اجرای آزمون دارای نور و تهویه کافی و درجه حرارت مناسب برای اجرای آزمون ها بود. در حین اجرای تحقیق سکوت کامل برقرار بود و شرایط یکسان طی آزمون ها برای تمامی افراد مورد مطالعه رعایت می شد؛ سپس هر یک از آزمودنی ها با پای برهنه و دست ها در کنار بدن روی صفحه نیروهای سیستم

از آمار توصیفی میانگین و انحراف استاندارد برای رسم نمودار استفاده شد. از آزمون تحلیل واریانس عاملی مرکب با اندازه های تکراری در ۶ وضعیت حسی و آزمون تعقیبی بونفرونی جهت تحلیل داده ها استفاده شد. داده ها در سطح معنی داری ($P < 0/05$) و با استفاده از نرم افزار SPSS تجزیه و تحلیل شد.

یافته ها:

جدول شماره ۱ میانگین و انحراف معیار متغیرهای پایداری (Equilibrium) و جابه جایی مرکز ثقل (Central of Gravity) را در ۶ وضعیت دستکاری حسی با استفاده از آزمون سازماندهی حسی در افراد سالم و آمپوته اندام تحتانی نشان می دهد. یافته های ارائه شده نشان می دهد که میانگین نمره پایداری در افراد آمپوته و

سالم در وضعیت اول که هر ۳ حس بینایی، عمقی و شنوایی وجود دارند، بیشتر از وضعیت های دیگر است و نمره پایداری در وضعیت ششم که هر ۳ حذف دستکاری و حذف می شوند کمتر از وضعیت های دیگر است. میانگین نمره پایداری در افراد سالم در هر ۶ وضعیت بالاتر از افراد آمپوته اندام تحتانی است. میانگین نمره جابه جایی مرکز ثقل در افراد آمپوته در وضعیت اول که هر ۳ حس بینایی، عمقی و شنوایی وجود دارند، کمتر از وضعیت های دیگر است. نمره جابه جایی مرکز ثقل در وضعیت ششم که هر ۳ حذف دستکاری و حذف می شوند بیشتر از وضعیت های دیگر است. میانگین نمره جابه جایی مرکز ثقل در افراد سالم در هر ۶ وضعیت بالاتر از افراد آمپوته اندام تحتانی است.

جدول شماره ۱: میانگین متغیرهای پایداری و میزان جابه جایی مرکز ثقل در افراد آمپوته و سالم

متغیرهای ارزیابی شده	پایداری	جابه جایی مرکز ثقل
آزمون سازماندهی حسی برای وضعیت اول	آپوته ۸۹/۹۶	۰/۸۴
	سالم ۱۳۶/۱۶	۰/۰۵
آزمون سازماندهی حسی برای وضعیت دوم	آپوته ۸۷/۴۳	۱/۰۲
	سالم ۱۱۳/۸۷	۰/۳۲
آزمون سازماندهی حسی برای وضعیت سوم	آپوته ۸۵/۰۲	۱/۰۹
	سالم ۱۱۵/۲۵	۰/۲۹
آزمون سازماندهی حسی برای وضعیت چهارم	آپوته ۷۸/۸۸	۱/۱
	سالم ۱۰۵/۳۱	۰/۵۹
آزمون سازماندهی حسی برای وضعیت پنجم	آپوته ۶۶/۲۳	۱/۱۳
	سالم ۹۱/۸۴	۰/۷۹
آزمون سازماندهی حسی برای وضعیت ششم	آپوته ۵۹/۵۸	۱/۲۰
	سالم ۸۷/۳۸	۰/۸۳

برای تعیین محل تفاوت ها در نمره پایداری طی ۶ وضعیت ارزیابی افراد سالم و آمپوته اندام تحتانی از آزمون تحلیل واریانس عاملی مرکب با اندازه گیری

مکرر استفاده شد. ابتدا یکسانی کواریانس های متغیر وابسته از طریق آزمون کرویت موجلی مورد واریسی قرار گرفت. با توجه به این که سطح معنی داری مقدار

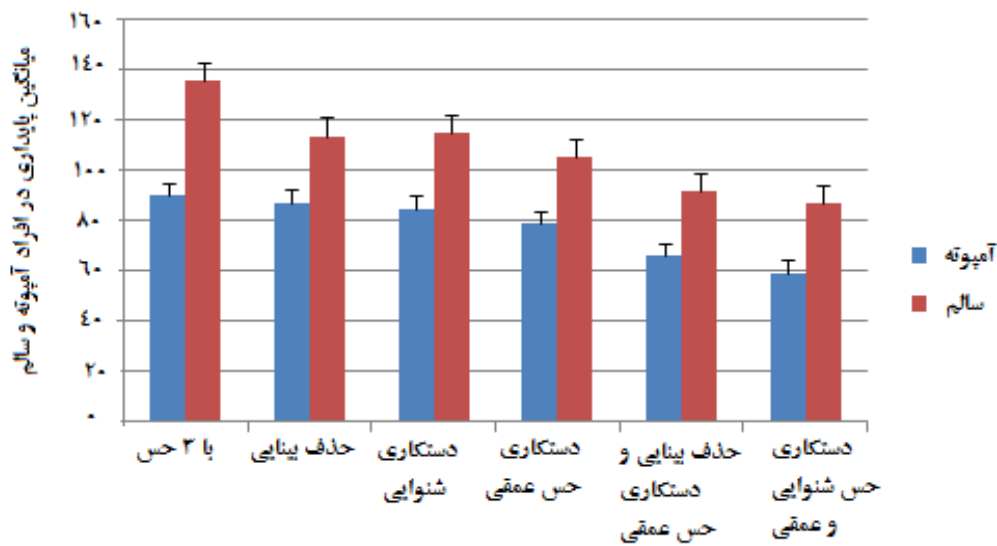
محاسبه شده کروییت موجلی بزرگ تر از ۰/۰۵ بود. نبرده اند و می توان از تحلیل واریانس یک راهه با داده ها مفروضه همگنی کوارینانس ها را زیر سوال اندازه گیری مکرر استفاده نمود (جدول شماره ۲).

جدول شماره ۲: نتایج تحلیل واریانس عاملی مرکب با اندازه گیری مکرر روی داده های ۶ وضعیت دستکاری اطلاعات حسی برای متغیر پایداری در ۲ گروه

منابع تغییر	مجموع مربعات	df	میانگین مربعات	F	P
اثر اصلی وضعیت های ارزیابی	۴۳۲۹۴/۲۴	۵۱۹۰	۸۶۵۸/۸۵	۱۲۷/۴۹	۰/۰۰۱
اثر اصلی گروه	۹۱۶۵/۷۵	۱۳۸	۹۱۶۵/۷۵	۳۵۴/۶۹	۰/۰۰۱
اثر تعاملی وضعیت ارزیابی در گروه	۳۱۲۵/۷۵	۵۱۹۰	۶۲۵/۱۵	۹/۲۰	۰/۰۰۱

نتایج آزمون تعقیبی بونفرونی جهت بررسی محل تفاوت ها برای اثر اصلی وضعیت های ارزیابی (در ۶ وضعیت دستکاری اطلاعات آوران حسی) بر متغیر پایداری نشان داد، بین نمره پایداری در وضعیت اول (ارزیابی با استفاده از هر ۳ حس) با تمامی وضعیت های دیگر تفاوت از نظر آماری معنی دار است. بررسی میانگین ها در جدول شماره ۱ و نمودار شماره ۱ نشان داد، افراد در وضعیت اول بر اساس نمره پایداری، تعادل بهتری نسبت به ۵ وضعیت دیگر داشتند. بین نمره پایداری در وضعیت دوم (حذف بینایی و وجود ۲ حس شنوایی و عمقی) با وضعیت سوم (دستکاری حس شنوایی و وجود ۲ حس بینایی و عمقی) تفاوت معنی داری وجود نداشت. بین نمره پایداری در وضعیت پنجم (حذف بینایی و حس عمقی) با وضعیت ششم (دستکاری هر ۳ حس بینایی، شنوایی و عمقی) تفاوت از نظر آماری معنی دار نبود ($P=0/001$)، اما بین وضعیت دوم با وضعیت های چهارم (دستکاری حس عمقی)، پنجم (حذف بینایی و دستکاری حس عمقی) و ششم (دستکاری حس شنوایی و عمقی)

تفاوت از نظر آماری معنی دار بود ($P=0/001$) و آزمودنی ها در وضعیت دوم به طور معنی دار بر اساس نمره پایداری، تعادل بهتری نسبت به وضعیت های چهارم تا ششم داشتند (جدول شماره ۱). نتایج آزمون تعقیبی برای بررسی محل تفاوت ها در ۲ گروه سالم و آمپوته اندام تحتانی نشان داد، نمره پایداری در افراد سالم بهتر از افراد آمپوته بود ($P=0/001$). اثر تعاملی وضعیت های ارزیابی ۲ گروه معنی دار بود؛ بنابراین می توان نتیجه گرفت دستکاری اطلاعات آوران حسی در ۶ وضعیت بر متغیر پایداری افراد سالم و آمپوته اندام تحتانی تأثیر متفاوت دارد. نتایج آزمون تعقیبی بونفرونی نشان داد افراد سالم در هر ۶ وضعیت ارزیابی به طور معنی دار نمره پایداری بهتری نسبت به افراد آمپوته اندام تحتانی به دست آوردند و این اختلاف میانگین در وضعیت اول (وجود هر ۳ نوع اطلاعات آوران حسی بینایی، شنوایی و حس عمقی) بین ۲ گروه سالم و آمپوته بیشتر از شرایط دیگر بود (نمودار شماره ۱).



نمودار شماره ۱: ارائه میانگین نمره پایداری در افراد آمپوتنه اندام تحتانی و افراد سالم در ۶ وضعیت با استفاده از آزمون سازماندهی حسی

سطح معنی داری مقدار محاسبه شده کروییت موچلی بزرگ تر از ۰/۰۵ بود، داده ها مفروضه همگنی کواریانس ها را زیر سوال نبرده اند و می توان از تحلیل واریانس یک راهه با اندازه گیری مکرر استفاده نمود (جدول شماره ۳).

برای تعیین محل تفاوت ها در نمره میزان جابه جایی مرکز ثقل بر کف پا جهت تعیین تعادل طی ۶ وضعیت ارزیابی افراد آمپوتنه اندام تحتانی با افراد سالم از آزمون تحلیل واریانس عاملی مرکب با اندازه گیری مکرر استفاده شد. با توجه به این که

جدول شماره ۳: نتایج تحلیل واریانس با اندازه گیری مکرر روی داده های ۶ وضعیت دستکاری اطلاعات حسی برای متغیر مرکز ثقل در افراد سالم و آمپوتنه

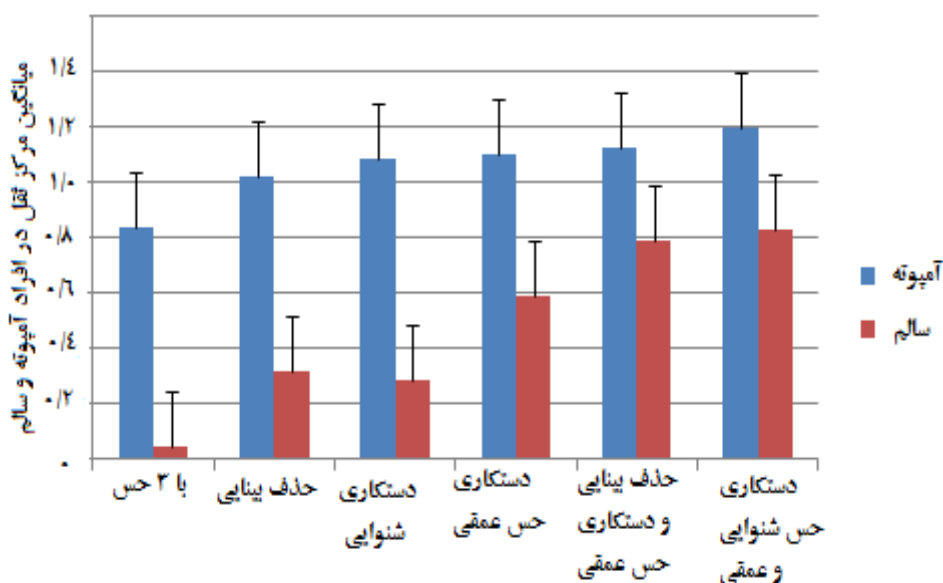
منابع تغییر	مجموع مربعات	df	میانگین مربعات	F	P
اثر اصلی وضعیت های ارزیابی	۱۰/۱۲۲	۵ و ۱۹۰	۲/۰۲۴	۱۸/۰۹	۰/۰۰۱
اثر اصلی گروه	۳/۶۱	۱ و ۳۸	۳/۶۵	۱/۷۲	۰/۱۹
اثر تعاملی وضعیت ارزیابی در گروه	۲/۷۵	۵ و ۱۹۰	۰/۵۵	۴/۹۳	۰/۰۰۳

از نظر آماری تفاوت معنی دار داشت. بررسی میانگین ها در جدول شماره ۱ و نمودار شماره ۲ نشان داد، افراد در وضعیت اول بر اساس نمره میزان جابه جایی مرکز ثقل، تعادل بهتری نسبت به ۵ وضعیت دیگر داشتند ($P=0/001$). بین نمره میزان جابه جایی مرکز ثقل در وضعیت دوم (حذف بینایی و وجود ۲ حس شنوایی و

. نتایج آزمون تعقیبی بونفرونی در خصوص بررسی محل تفاوت ها برای اثر اصلی وضعیت های ارزیابی (در ۶ وضعیت دستکاری اطلاعات آوران حسی) بر متغیر میزان جابه جایی مرکز ثقل نشان داد، بین نمره میزان جابه جایی مرکز ثقل در وضعیت اول (ارزیابی با استفاده از هر ۳ حس) با تمامی وضعیت های دیگر

گرفت دستکاری اطلاعات آوران حسی در ۶ وضعیت بر متغیر میزان جابه جایی مرکز ثقل افراد آمپوته اندام تحتانی و سالم تأثیر متفاوت دارد. برای بررسی محل تفاوت ها در ۶ وضعیت دستکاری اطلاعات آوران حسی بر متغیر میزان جابه جایی مرکز ثقل به کف پا جهت تعیین تعادل از آزمون تعقیبی بونفرونی استفاده شد. نتایج آزمون تعقیبی بونفرونی نشان داد، افراد سالم در وضعیت های ارزیابی اول (ارزیابی با استفاده از هر ۳ حس)، دوم (حذف بینایی و وجود ۲ حس شنوایی و عمقی) و سوم (دستکاری حس شنوایی و وجود ۲ حس بینایی و عمقی) به طور معنی دار نمره جابه جایی مرکز ثقل پایین تری نسبت به افراد آمپوته اندام تحتانی به دست آوردند و این اختلاف میانگین در وضعیت اول (وجود هر ۳ نوع اطلاعات آوران حسی بینایی، شنوایی و حس عمقی) بین ۲ گروه سالم و آمپوته بیشتر از شرایط دیگر و به نفع گروه سالم بود. با مقایسه میانگین ها در جدول شماره ۱ و نمودار شماره ۲ مشخص شد. هر چه تعداد حس های بیشتری در افراد آمپوته اندام تحتانی حذف شوند، میزان جابه جایی مرکز ثقل بیشتر و تعادل کمتر می شود (نمودار شماره ۲).

عمقی) با وضعیت های سوم (دستکاری حس شنوایی و وجود ۲ حس بینایی و عمقی) و چهارم (دستکاری حس عمقی) تفاوت معنی داری وجود نداشت. بین نمره میزان جابه جایی مرکز ثقل در وضعیت دوم (حذف بینایی و وجود ۲ حس شنوایی و عمقی) با وضعیت های پنجم (حذف بینایی و دستکاری حس عمقی) و ششم (دستکاری حس شنوایی و عمقی) تفاوت معنی داری وجود داشت. آزمودنی ها در وضعیت دوم، میزان جابه جایی مرکز ثقل کمتر و تعادل بالاتری داشتند. بین نمره میزان جابه جایی مرکز ثقل در وضعیت سوم (دستکاری حس شنوایی و وجود ۲ حس بینایی و عمقی) با وضعیت ششم (دستکاری حس شنوایی و عمقی) تفاوت معنی داری وجود داشت. آزمودنی ها در وضعیت سوم، میزان جابه جایی مرکز ثقل کمتر و تعادل بالاتری داشتند. بین نمره جابه جایی مرکز ثقل در وضعیت پنجم (حذف بینایی و دستکاری حس عمقی) با وضعیت ششم (دستکاری حس شنوایی و عمقی) تفاوت از نظر آماری معنی دار نبود ($P=0/19$). اثر اصلی گروه معنی دار نبود. اثر تعاملی وضعیت های ارزیابی در گروه ها معنی دار بود ($P=0/003$)؛ بنابراین می توان نتیجه



نمودار شماره ۲: ارائه میانگین نمره جابه جایی مرکز ثقل در افراد سالم و آمپوته اندام تحتانی در ۶ وضعیت با استفاده از آزمون سازماندهی حسی

بحث:

هدف پژوهش حاضر بررسی اثر دستکاری اطلاعات بینایی، شنوایی و عمقی در ۶ وضعیت حسی بر تعادل ایستای افراد سالم و قطع عضو زیر زانو بود. توجه به تعامل پیچیده میان حوزه تعادل، درک تعادل در متغیرهای اندازه گیری شده برای بهبود کنترل پاسچر بسیار مهم است و کمک بسیاری در حوزه توانبخشی دارد (۱). یافته های این مطالعه نشان داد، میانگین نمره پایداری در افراد آمپوته و سالم در وضعیت اول که هر ۳ حس بینایی، عمقی و شنوایی وجود دارند، بیشتر از وضعیت های دیگر است و نمره پایداری در وضعیت ششم که حس شنوایی و عمقی دستکاری می شوند کمتر از وضعیت های دیگر است. این در حالی است که Fernie و Holliday اشاره داشتند در حالت ایستاده، افراد جهت کنترل تعادل خود از اطلاعات ورودی بینایی، حس عمقی و بینایی استفاده می نمایند. پس در صورت عدم وجود ۳ حس افراد از کنترل پاسچر درستی برخوردار نخواهند بود (۲۱). میانگین نمره پایداری در افراد سالم در هر ۶ وضعیت بالاتر از افراد آمپوته اندام تحتانی است. پژوهشگران بیان داشتند ثبات پاسچر در افراد عضو زیر زانو به علت عوامل مختلف، از جمله عدم فعالیت گشتاور میچ پا کاهش می یابد و این بدین معناست که افراد با قطع عضو زیر زانو بعضی از منابع جمع آوری اطلاعات و همچنین بعضی از سیستم های کنترل کامل تعادل ایستگاهی را از دست داده اند (۲۷،۲۰). این بدیهی است که میانگین تعادل در افراد قطع عضو از افراد سالم پایین تر باشد. این بخش از یافته های ما با یافته های Mohieldin و همکاران همخوانی دارد. آنان در مطالعه خود به ارزیابی کمی ثبات پاسچر و تعادل بین افراد قطع عضو اندام تحتانی و افراد سالم پرداختند (۲۳). نتایج مطالعه این پژوهشگران نشان داد که تعادل افراد قطع عضو اندام تحتانی (زیر زانو و بالای زانو) به طور قابل توجه کمتر از گروه کنترل بود. نتایج آزمون تعقیبی نشان داد افراد در وضعیت اول بر اساس نمره پایداری،

تعادل بهتری نسبت به ۵ وضعیت دیگر داشتند. بین نمره پایداری در وضعیت دوم (حذف بینایی و وجود ۲ حس شنوایی و عمقی) با وضعیت سوم (دستکاری حس شنوایی و وجود ۲ حس بینایی و عمقی) تفاوت معنی داری وجود نداشت. این نتایج بیانگر این است که افراد برای برقراری تعادل در وضعیت دوم به بینایی و در وضعیت سوم به شنوایی وابسته نیستند. این نتایج با نتایج مطالعه کمالی و همکاران که بیان داشتند تفاوتی بین پارامترهای تعادل در ۲ حالت چشم باز و چشم بسته وجود ندارد؛ همچنین تفاوتی بین تعادل آمپوته ها و افراد نرمال وجود ندارد و تعادل آمپوته ها در حین ایستادن آرام در حالت چشم باز مشابه حالت چشم بسته بود همخوانی دارد (۲۶). آن ها نتیجه گرفتند اگرچه افراد آمپوته اندام تحتانی استراتژی کنترلی میچ و همچنین ورودی های حسی از ناحیه میچ و پا را از دست داده اند، اما می توانند تعادل خود را از طریق مکانیزم های دیگر شبیه مکانیزم های داخلی و اطلاعات دریافتی از سطح پوست مرتبط با سوکت و همچنین مکانیزم های خارجی شبیه الایمنت قطعات پروتز افزایش دهند. البته توجه به این نکته ضروری است که پژوهش های نام برده، محققین وضعیت تعادل را صرفاً در شرایط دستکاری حس بینایی مورد بررسی قرار داده اند و به بررسی تأثیر دستکاری اطلاعات آوران حسی در ۶ وضعیت نپرداخته اند، اما این یافته ها با نتایج کمالی و همکاران و Tousignant و همکاران ناهمخوان است (۲۷،۲۶). یافته های Tousignant و همکاران نشان داد که با افزایش درصد مدت زمان باز بودن چشم نسبت به بسته بودن چشم در افراد آمپوته تعادل افزایش می یابد. این یافته نشان داد که وابستگی افراد آمپوته اندام تحتانی به بینایی جهت حفظ راستای قائم بدن زیاد است و فقدان اطلاعات حس عمقی که در نتیجه قطع عضو در فرد آمپوته به وجود آمده از طریق وابستگی به ورودی های بینایی جبران شده است.

همچنین یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد، بین نمره پایداری در وضعیت پنجم (حذف بینایی و دستکاری حس عمقی) با وضعیت ششم (دستکاری حس شنوایی و عمقی) تفاوت از نظر آماری معنی دار نبود، اما بین وضعیت دوم با وضعیت‌های چهارم (دستکاری حس عمقی)، پنجم (حذف بینایی و دستکاری حس عمقی) و ششم (دستکاری حس شنوایی و عمقی) تفاوت از نظر آماری معنی دار بود و آزمودنی‌ها در وضعیت دوم به طور معنی دار بر اساس نمره پایداری، تعادل بهتری نسبت به وضعیت‌های چهارم تا ششم داشتند. نتایج این یافته‌ها با یافته‌های Sethy و همکاران که اظهار نمودند بازخورد بینایی و شنوایی می‌تواند برای بهبود تعادل در افراد قطع عضو موثر باشد، همخوانی دارد (۲۵). پژوهشگران اذعان نموده‌اند که کاهش در یکپارچگی حسی، افت عملکرد گیرنده‌های عمقی، بینایی و شنوایی منجر به کاهش تعادل می‌شوند (۱۹، ۱۸، ۳). Paradisi و همکاران و Bolger و همکاران بیان داشتند، با توجه به وابستگی سیستم تعادلی به دروندادهای حسی، در صورت کاهش و یا قطع یکی از دروندادهای حسی، نوسان بدن افزایش و در نتیجه برای حفظ تعادل فعالیت‌های عضلانی نیز افزایش می‌یابد (۹، ۷). نتایج پژوهش حاضر نشان داد، افراد سالم در وضعیت‌های ارزیابی اول (ارزیابی با استفاده از هر ۳ حس)، دوم (حذف بینایی و وجود ۲ حس شنوایی و عمقی) و سوم (دستکاری حس شنوایی و وجود ۲ حس بینایی و عمقی) به طور معنی دار نمره جابه‌جایی مرکز ثقل پایین‌تری نسبت به افراد آمپوته اندام تحتانی به دست آوردند و این اختلاف میانگین در وضعیت اول (وجود هر ۳ نوع اطلاعات آوران حسی بینایی، شنوایی و حس عمقی) بین ۲ گروه سالم و آمپوته بیشتر از شرایط دیگر و به نفع گروه سالم بود. این قسمت از نتایج با یافته‌های Mohieldin و همکاران همخوانی دارد و با مطالعه کمالی و همکاران ناهمخوان است (۲۶، ۲۳). یافته‌های کمالی و همکاران نشان داد که تفاوت معنی داری بین سرعت نوسان مرکز فشار در صفحه‌ی قدامی خلفی و

داخلی خارجی بین افراد نرمال و آمپوته وجود ندارد. با مقایسه میانگین‌ها مشخص شد، هر چه تعداد اطلاعات آوران بیشتری در افراد آمپوته اندام تحتانی حذف شوند، میزان جابه‌جایی مرکز ثقل بیشتر و تعادل کمتر می‌شود. بنابر اظهارات Carlson و همکاران و Siriett و همکاران، تعادل بدن بر اساس اطلاعات دریافت شده از ۳ سیستم بینایی، وستیولار و حس عمقی کنترل می‌شود (۱۵، ۱۴). این بدین معناست که دستکاری هر ۳ حس و حذف آن‌ها باعث عدم تعادل در افراد قطع عضو می‌شود. نتایج این بخش از مطالعه حاضر با نتایج مطالعه Kavounoudias و همکاران ناهمخوان است (۸). آن‌ها در مطالعه خود بیان کرده‌اند که فقدان اطلاعات آوران حسی در افراد آمپوته از طریق اطلاعات منتقل شده از سطح پوست مرتبط با سوکت و همچنین عضلات اطراف استامپ جبران می‌شود.

نتایج این مطالعه نشان داد که افراد قطع عضو به علت از دست دادن استراتژی و حرکات مفصل میچ و ورودی‌های حسی از میچ و سطح کف پای خود، در کل تعادلی پایین‌تر از افراد سالم دارند، اما در وضعیت دوم (حذف حس بینایی) و در وضعیت سوم (دستکاری حس شنوایی) تفاوتی بین تعادل افراد سالم و افراد قطع عضو زیر زانو وجود نداشت. این عدم تفاوت می‌تواند ناشی از انتقال اطلاعات داده شده از سطح پوست مرتبط با سوکت، عضلات اطراف استامپ و همچنین استراتژی هیپ باشد که فقدان استراتژی میچ را در افراد قطع عضو جبران می‌کند. در وضعیت‌های چهارم (حذف حس عمقی و دستکاری حس شنوایی)، پنجم (حذف بینایی و دستکاری حس عمقی) و ششم (دستکاری حس شنوایی و عمقی) تفاوت بین ۲ گروه معنی دار بود. شاید بتوان این یافته را با گفته Vrieling و همکاران که در تحقیق خود نشان دادند، در افراد با قطع اندام تحتانی به علت نداشتن استراتژی میچ پا، توانایی مقابله با انحرافات تعادلی محدود است (۲۴)؛ همچنین Carlson و همکاران و Siriett و همکاران که اظهار نمودند تعادل بدن بر اساس اطلاعات دریافت شده از ۳ سیستم بینایی، وستیولار و حس عمقی

کنترل می شود، توجیه کرد (۱۴، ۱۵). این محققان بیان کردند، در صورت دستکاری ۲ یا هر ۳ حس و حذف آن ها تعادل در افراد قطع عضو نسبت به افراد سالم بیشتر کاهش می یابد.

آمپوته اندام تحتانی به خصوص در شرایط سخت که ۲ یا ۳ حس از حس های اطلاعات آوران وجود ندارند. برنامه های تمرینی که موجب تقویت عضلات اندام تحتانی می شود را طراحی و استفاده نمایند.

نتیجه گیری:

با توجه به یافته های پژوهش حاضر به کاردرمان گران، متخصصان فیزیوتراپی و متخصصانی که در بنیاد جانبازان مسئول طراحی برنامه های تمرینی و بازتوانی افراد جانباز هستند و همچنین متخصصانی که مسئول بازتوانی بیماران ضایعه نخاعی می باشند؛ پیشنهاد می شود برای پیشرفت متغیرهای کنترل پاسچر افراد

تشکر و قدردانی:

در پایان از تمامی آزمودنی های تحقیق، مدیریت مرکز جامع، مسئولین محترم آزمایشگاه توانبخشی هلال احمر تهران که در گردآوری این پژوهش ما را یاری کردند، کمال تشکر و قدردانی را داریم؛ همچنین این پژوهش با هزینه شخصی انجام شده و برگرفته از طرح یا پایان نامه دانشجوی نمی باشد.

منابع:

1. Ku PX, Abu Osman NA, Wan Abas WA. Balance control in lower extremity amputees during quiet standing: a systematic review. *Gait Posture*. 2014; 39(2): 672-82.
2. Paes FJV, da Silva RA, Freira ALG, Politti F, Chiavegato L, Geraldles AR, Amorim CF. Immediate effect of bilateral talocrural joint manipulation on postural balance in healthy subjects. *J Ergonomics*. 2013; 3: 122-7.
3. Jayakaran P, Johnson GM, Sullivan SJ. Postural control in response to altered sensory conditions in persons with dysvascular and traumatic transtibial amputation. *Arch Phys Med Rehabil*. 2015; 96(2): 331-9.
4. Lusardi MM, Bowers DM. Motor control, motor learning, and neuro plasticity in orthotic and prosthetic rehabilitation. In: Lusardi MM, Jorge M, Nielsen CC (Eds). *Orthotic Prosthetic Reh*. 2013; 3(4): 38-71.
5. Jayakaran P, Johnson GM, Sullivan SJ. Concurrent validity of the Sensory Organization Test measures in unilateral transtibial amputees. *Prosthet Orthot Int*. 2013; 37(1): 65-9.
6. Shirazi SY, Safaeepour Z, Seddighi AS, Fatourae N. The need for stump-socket interface pressure measurement during bidirectional perturbed stance in transtibial amputees. *Inte Clinical Neuro J*. 2015; 2(1): 8-11.
7. Paradisi F, Delussu AS, Brunelli S, Iosa M, Pellegrini R, Zenardi D, et al. The conventional non-articulated sach or a multiaxial prosthetic foot for hypomobile transtibial amputees? A clinical comparison on mobility, balance, and quality of life. *Sci World J*. 2015; 2015: 261801.
8. Kavounoudias A, Tremblay C, Gravel D, Iancu A, Forget R. Bilateral changes in somatosensory sensibility after unilateral below-knee amputation. *Arch Phys Med Rehabil*. 2005; 86(4): 633-40.
9. Bolger D, Ting LH, Sawers A. Individuals with transtibial limb loss use interlimb force asymmetries to maintain multi-directional reactive balance control. *Clin Biomech*. 2014; 29(9): 1039-47.
10. Buckley JG, O'Driscoll D, Bennett SJ. Postural sway and active balance performance in highly active lower-limb amputees. *Am J Phys Med Rehabil*. 2002; 81(1): 13-20.
11. Dorta HS. Physical Therapy in the pre and post the transtibial amputation. *Int J Physical Med Rehabil*. 2015; 3(5): 1-3.

12. Arifin N, Abu Osman NA, Ali S, Wan Abas WA. The effects of prosthetic foot type and visual alteration on postural steadiness in below-knee amputees. *Biomed Eng Online*. 2014; 13(1): 23-28.
13. Rozin Kleiner AF, Galli M, Fernandes PT, Rigoldi C, Carmo AA, Barros R. Spontaneous improvement in postural control after stroke: A longitudinal prospective study. *Int J Innov Res Sci Eng Technol*. 2015; 4 (5): 2706-2714.
14. Carlson CJ, Booth FW, Gordon SE. Skeletal muscle myostatin mRNA expression is fiber-type specific and increases during hind limb unloading. *Am J Physiol*. 1999; 277(2): 601-6.
15. Siriett V, Salerno MS, Berry C, Nicholas G, Bower R, Kambadur R, et al. Antagonism of myostatin enhances muscle regeneration during sarcopenia. *Mol Ther*. 2007; 15(8): 1463-70.
16. Jeter PE, Haaz Moonaz S, Bittner AK, Dagnelie G. Ashtanga-Based Yoga Therapy increases the sensory contribution to postural stability in visually-impaired persons at risk for falls as measured by the wii balance board: A pilot randomized controlled trial. *PloS one*. 2015; 10(6): e0129646.
17. Horak FB, Henry SM, Shumway-Cook A. Postural perturbations: new insights for treatment of balance disorders. *Phys Ther*. 1997; 77(5): 517-33.
18. Woollacott MH. Systems contributing to balance disorders in older adults. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2000; 55(8): 424-8.
19. Benjuya N, Melzer I, Kaplanski J. Aging-induced shift from a reliance on sensory input to muscle cocontraction during balanced standing. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2004; 59(2): 166-71.
20. Barnett CT, Vanicek N, Polman RC. Postural responses during volitional and perturbed dynamic balance tasks in new lower limb amputees: A longitudinal study. *Gait Posture*. 2013; 37(3): 319-25.
21. Fernie GR, Holliday PJ. Postural sway in amputees and normal subjects. *J Bone Joint Surg Am*. 1978; 60(7): 895-8.
22. Jones SF, Twigg PC, Scally AJ, Buckley JG. The gait initiation process in unilateral lower-limb amputees when stepping up and stepping down to a new level. *Clin Biomech*. 2005; 20(4): 405-13.
23. Mohieldin A, Chidambaram A, Sabapathivinayagam R, Al Busairi W. Quantitative assessment of postural stability and balance between persons with lower limb amputation and normal subjects by using dynamic posturography. *Maced J Med Sci*. 2010; 3(2): 138-43.
24. Vrieling A, Van Keeken H, Schoppen T, Otten E, Hof A, Halbertsma J, et al. Balance control on a moving platform in unilateral lower limb amputees. *Gait posture*. 2008; 28(2): 222-8.
25. Sethy D, Kujur ES, Sau K. Effect of balance exercise on balance control in unilateral lower limb amputees. *Indian J Physiother Occup Ther*. 2009; 7 (3): 63-8.
26. Kamali M, Qaderi M, Karimi M. Visual effects on people with amputations below the knee circuit balance. *Urmia Med J*. 2015; 25 (9): 845-852.
27. Tousignant M, Milton-McSween E-S, Michaud K, Jolin S, Bisson-Petit S, Saba R, et al. Assessment of the Feasibility of the nintendo wii balance board as an intervention method for balance rehabilitation with lower-limb amputees. *J Nov Physiotherapy*. 2015; 5(2): 1-7.
28. Ferber-Viart C, Ionescu E, Morlet T, Froehlich P, Dubreuil C. Balance in healthy individuals assessed with Equitest: maturation and normative data for children and young adults. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*. 2007; 71(7): 1041-6.
29. Sadeghi H. Local or global asymmetry in gait of people without impairments. *Gait Posture*. 2003; 17(3): 197-204.

Effects of manipulating visual, auditory and proprioceptive sensory in formations on the balance in healthy subjects and lower limb amputees

Mohamad Taghi B¹, Shamsipour Dehkordi P^{2*}, Hejazi Dinan P²

¹Student, Motor Behavior Dept., Alzahra Univercity, Tehran, I.R. Iran; ²Motor Behavior Dept., Alzahra Univercity, Tehran, I.R. Iran.

Received: 12/Nov/2015 Accepted: 30/Apr/2016

Background and aims: Balance for postural control which is a necessary ability to preserve daily functions has been evaluated widely for normal population and different groups. The aim of the present study was to compare the effect of manipulating visual, auditory and proprioceptive sensory information on the balance in healthy subjects and lower limb amputees.

Methods: In this quasi-empirical, 20 lower limb amputees and 20 healthy subjects participated and assigned into 2 groups. To assess postural control and balance, Computerized Dynamic Posturography was used. Using sensory organization test, balance was measured in 6 conditions (first: existence of sight, hearing and proprioception; second: Elimination of sight; third: Manipulation of vestibular system; fourth: Manipulation of proprioception; fifth: Elimination of sight and manipulation of proprioception and sixth: Manipulation of vestibular system and proprioception). Sensory organization test detected the balance score according to 2 variables of stability and displacement of the center of gravity.

Results: The findings showed that the stability score in healthy and amputees group in the first situation that there is each 3 senses: Visual, auditory and proprioceptive sensory is more than other situations. Stability score in the sixth situation of the 3 senses that are manipulated and removed was less than other situation. The average of stability score in healthy people was higher than low limb amputees group in the all 6 situations. Also, the average of displacement of the center of gravity in limb amputees subjects in the first condition that had 3 senses, visual, deep, and hearing was less than other situations. The average of displacement of the center of gravity in healthy subjects was higher group had a better balance in all the 6 conditions with lower limb amputees.

Conclusion: The results showed that healthy subjects group had a better balance in all the 6 conditions than amputees.

Keywords: Healthy people, People with lower limb amputation, Balance, Manipulation, Sensory afferent information.

Cite this article as: Mohamad Taghi B, Shamsipour Dehkordi P, Hejazi Dinan P. Effects of manipulating visual, auditory and proprioceptive sensory in formations on the balance in healthy subjects and lower limb amputees. J Shahrekord Univ Med Sci. 2016; 18(5): 115-127.

***Corresponding author:**

Motor Behavior Dept., Alzahra Univercity, Tehran, I.R. Iran. Tel: 00989196067968,
E-mail: pshamsipour@gmail.com